

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-018248

(43)Date of publication of application : 22.01.2002

(51)Int.Cl.

B01F 1/00

B01D 19/00

B01D 63/10

B01D 71/32

(21)Application number : 2000-210137

(71)Applicant : NITTO DENKO CORP

(22)Date of filing : 11.07.2000

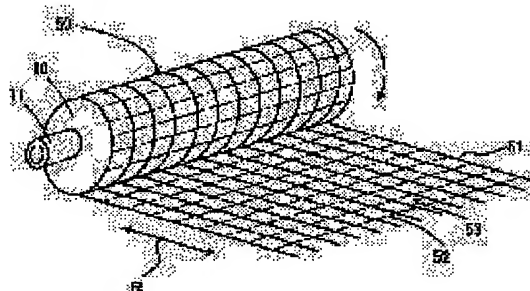
(72)Inventor : HIMENO MAKOTO

(54) GAS-LIQUID CONTACT MEMBRANE MODULE OF SPIRAL TYPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a spiral type gas-liquid contact membrane module capable of smoothly discharging condensed water generated in a gas side flow channel to keep the concentration of the formed gas-dissolved liquid constant.

SOLUTION: A groove structure spacer 50 is wound around the outer peripheral part of a spiral type gas-liquid contact membrane element 10. The groove structure spacer 50 is constituted of a large number of parallelly arranged warp yarns 51 and a large number of weft yarns 52 arranged so as to cross the warp yarns 51 at a right angle and wound around the outer peripheral part of the spiral gas-liquid contact membrane element 10 so that groove parts 53 extend in the direction vertical to the axial direction of the spiral type gas-liquid contact membrane element 10.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-18248
(P2002-18248A)

(43)公開日 平成14年1月22日(2002.1.22)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 0 1 F	1/00	B 0 1 F	1/00 A 4 D 0 0 6
B 0 1 D	19/00	B 0 1 D	19/00 H 4 D 0 1 1
	63/10		63/10 4 G 0 3 5
	71/32		71/32

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-210137(P2000-210137)

(22)出願日 平成12年7月11日(2000.7.11)

(71)出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72)発明者 姫野 誠

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74)代理人 100098305

弁理士 福島 祥人

Fターム(参考) 4D006 GA32 GA35 HA62 JA01A

JA18A MA03 MB10 MC79

PB64 PC01 PC02 PC03 PC41

PC80

4D011 AA08 AC06

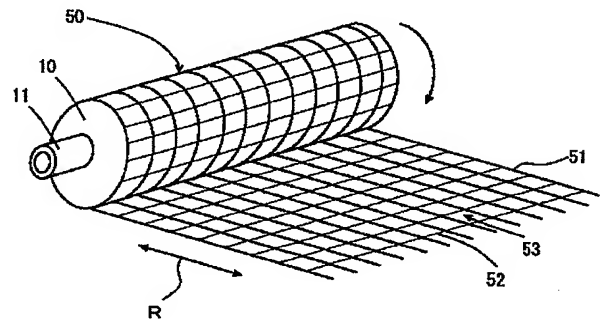
4G035 AA01 AB28 AE17

(54)【発明の名称】 スパイラル型気液接触膜モジュール

(57)【要約】

【課題】 気体側流路に発生した凝縮水を円滑に排出することにより、生成される気体溶解液の濃度を一定に保つことができるスパイラル型気液接触膜モジュールを提供することである。

【解決手段】 スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に溝構造スペーサ50が巻き付けられる。溝構造スペーサ50は、平行に配列された複数の縦糸51と縦糸51に直交するように配列された複数の横糸52とにより構成される。溝構造スペーサ50は、スパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向に対して垂直方向に溝部53が延びるようにスパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部に巻き付けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透過性膜と流路材とを重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することにより形成されたスパイラル型気液接触膜エレメントが容器内に收容されてなるスパイラル型気液接触膜モジュールであって、前記容器の外周部に気体出口が設けられ、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの気体側流路が前記気体出口に連通し、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられたことを特徴とする気液接触膜モジュール。

【請求項 2】 前記外周部流路材が溝部を有することを特徴とする請求項 1 記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 3】 前記溝部が前記スパイラル型気液接触膜エレメントの周方向に延びることを特徴とする請求項 2 記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 4】 前記溝部が連続形状をしていることを特徴とする請求項 2 または 3 記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 5】 前記溝部が直線形状をしていることを特徴とする請求項 2～4 のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 6】 前記外周部流路材が、複数の縦糸と前記複数の縦糸に交差する複数の横糸とにより構成され、前記複数の縦糸間に前記溝部が形成されたことを特徴とする請求項 2～5 のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 7】 前記縦糸の外径が前記横糸の外径以上であることを特徴とする請求項 6 記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 8】 前記横糸の外径が前記縦糸の外径の 2 分の 1 以下であることを特徴とする請求項 7 記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 9】 前記縦糸の外径が $100\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であり、前記横糸の外径が $50\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であり、前記溝部の幅が $200\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の気液接触膜モジュール。

【請求項 10】 前記透過性膜および前記外周部流路材がフッ素樹脂からなることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のスパイラル型気液接触膜モジュール。

【請求項 11】 前記透過性膜が連続または独立した一または複数対の多孔質膜からなり、前記多孔質膜が内側に液体側流路材を挟んでかつ外側に前記気体側流路材を重ねて前記有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回され、前記多孔質膜間で前記液体側流路材により形成される液体側流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、前記多孔質膜間で前記気体側流路材により形成される気体側流路の両端部が封止されることを特徴とする請求項 1～10 のいずれかに記載のスパイラ

ル型気液接触膜モジュール。

【請求項 12】 連続または独立した一または複数対の多孔質膜を、内側に第 1 の流路材を挟んでかつ外側に第 2 の流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル型気液接触膜エレメントが形成され、前記多孔質膜間で前記第 1 の流路材により形成される第 1 の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、前記多孔質膜間で前記第 2 の流路材により形成される第 2 の流路の両端部が封止され、前記スパイラル型気液接触膜エレメントは筒形容器内に收容され、前記筒形容器は、両端部にそれぞれ第 1 の流体口を有しかつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第 2 の流体口を有し、前記筒形容器内で前記スパイラル型気液接触膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第 1 の空間と前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周側に形成される第 2 の空間とが分離され、前記第 1 の空間が前記第 1 の流体口に連通し、前記第 2 の空間が前記筒形容器の外周部の前記第 2 の流体口に連通しかつ前記有孔中空管の内部が前記筒形容器の少なくとも一端部の前記第 2 の流体口に連通し、前記スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が設けられたことを特徴とするスパイラル型気液接触膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体中への気体の溶解または液体中からの気体の放散といった気液接触操作に用いられるスパイラル型気液接触膜モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、化学工業等の多くの分野では、液体へのガス溶解あるいは液体からのガス放散といった気液接触操作が行われている。たとえば、ガス溶解として、医薬品分野等における微生物培養液への酸素供給、電子工業における超純水ラインへのオゾン溶解、水産業界における養魚への酸素供給、あるいは NO_x （窒素酸化物）や SO_x （硫黄酸化物）等の排ガス処理が挙げられ、また、ガス放散としては、純水製造における脱炭酸処理があげられる。

【0003】また、気液接触の一例として、半導体工業におけるオゾン水の製造がある。現在、ウェーハの洗浄には、アンモニア過酸化水素水混合液、塩酸一過酸化水素水混合液等の薬液が用いられているが、廃水処理にかかるコストダウン、環境問題等の観点から、オゾン水による洗浄が注目されている。ここで、ウェーハの洗浄に用いられるオゾン水は、 $10\sim 30\text{ppm}$ と高濃度なオゾン水が要求され、濃度コントロールも容易でなければならない。

【0004】これらの条件を満たすためには、従来から用いられているいわゆるバブリング法では、高濃度なイ

10

20

30

40

50

オン水が得られにくい、クリーン度に問題がある、濃度コントロールが困難である等の課題があり、膜モジュールを使用してオゾンガスを超純水中に溶解させる方法が近年用いられている。

【0005】気液接操作に使用される膜モジュールの形態としては、スパイラル型、平膜積層型、プレート・アンド・フレーム型などの平膜を用いた平膜状膜モジュール、および中空糸のような環状膜を用いた環状膜モジュールがある。それらの中でも中空糸膜モジュールやスパイラル型膜モジュールが一般的である。

【0006】中空糸膜モジュールの場合、中空糸膜内部に純水が層流の状態で流動するため、中空糸膜の内周面近傍での境界抵抗が大きく、純水へのオゾンガスの移動係数が低い。また、中空糸膜モジュールでは、構造上、膜の充填効率が低いため、膜モジュールとしては大型のものになり、コストも高くなる。

【0007】一方、スパイラル型膜モジュールでは、液体側流路に乱流促進を図る流路材を用いることにより、多孔質膜近傍の境界抵抗が低くなり、純水へのオゾンガスの移動係数が高くなる。また、スパイラル型膜モジュールでは、膜の充填効率が高いため膜モジュールを小型化でき、コストも低く抑えられるという利点を有する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】例えば、ウエーハの洗浄に用いるオゾン水を膜モジュールを用いて製造する場合、電解法で得られたオゾンガスはその製法上飽和ガスとなっている。また、オゾンガスおよび超純水の温度は特に制御されていないことが多いが、通常、共に 18～30℃とほぼ同じ温度領域内にある。

【0009】しかし、一般的には、超純水の温度がオゾンガスの温度よりも高い場合が多く、この場合、超純水側とオゾンガス側との温度差から水が水蒸気となってオゾンガス側に入ることになる。オゾンガスはもともと飽和状態となっていることから、この水蒸気により過飽和となり、凝縮水が発生する。オゾンガス側に凝縮水が溜まると、オゾンガスの接触面積が減少し、その結果、生成されるオゾン水の濃度が低下する。そのため、オゾン水の濃度を一定にするためには、オゾンガスの供給圧力を上げてオゾンガスの供給量を増加させる必要が生じる。

【0010】しかしながら、超純水側の圧力以上にオゾンガス側の圧力を上げると、超純水側にオゾンガスが抜けて後工程に支障が出る。そのため、オゾンガス側の圧力を超純水側の圧力以上に上げることはできない。

【0011】また、気液接触により生成されるオゾン水は希釈されてウエーハの洗浄に用いられることから、オゾン水の濃度が変動すると、ウエーハの洗浄性にばらつきが発生する。その結果、歩留りが低下する。

【0012】さらに、スパイラル型膜モジュールは、ハウジング内にスパイラル型膜エレメントが収容されてな

る。特に、スパイラル型膜エレメントの外周面とハウジングの内周面との間に隙間がほとんどなく気体側流路材がハウジングの内周面に接触している場合には、発生した凝縮水の流路が確保されず、凝縮水がハウジングの外部に抜けにくい状態となっている。

【0013】本発明の目的は、気体側流路で発生した凝縮水を円滑に排出することにより、生成される気体溶解液の濃度を一定に保つことができるスパイラル型気液接触膜モジュールを提供することである。

10 【0014】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係る気液接触膜モジュールは、透過性膜と流路材とを重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することにより形成されたスパイラル型気液接触膜エレメントが容器内に収容されてなるスパイラル型気液接触膜モジュールであって、容器の外周部に気体出口が設けられ、スパイラル型気液接触膜エレメントの気体側流路が気体出口に連通し、スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられたものである。

20 【0015】本発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールにおいては、スパイラル型気液接触膜エレメントの気体側流路を流れる気体が容器の外周部の気体出口より外部に排出される。スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が巻き付けられているので、気体側流路に発生した凝縮水は外周部流路材に沿って速やかに流動する。それにより、気体側流路に凝縮水が滞留せず、気体とともに容器の気体出口から外部に円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接触面積の減少が防止されるので、気体溶解液の濃度が一定に保たれる。

30 【0016】外周部流路材が溝部を有することが好ましい。この場合、溝部が凝縮水の流路となり、気体側流路に発生した凝縮水が外周部流路材の溝部を通して外部に円滑に排出される。

【0017】溝部がスパイラル型気液接触膜エレメントの周方向に延びることが好ましい。それにより、気体側流路材に発生した凝縮水が気体の流れにのってスパイラル型気液接触膜エレメントの外周部を周方向に流れつつ容器の気体出口から外部に円滑に排出される。

40 【0018】溝部が連続形状していることが好ましい。この場合、凝縮水は流動開始点から終点まで障害物のない連続した溝部を流れる。したがって、溝部内での気体および凝縮水の流動抵抗が小さくなる。

【0019】溝部が直線形状をしていることが好ましい。この場合、溝部の流路長さが最短となり、気体および凝縮水の流動抵抗が減少する。その結果、凝縮水が速やかに外部に排出される。

【0020】外周部流路材が、複数の縦糸と複数の縦糸に交差する複数の横糸とにより構成され、複数の縦糸間に溝部が形成されてもよい。この場合、気体側流路に発

生した凝縮水は気体とともに外周部流路材の複数の縦糸間の溝部を通して容器の気体出口から外部に速やかに排出される。

【0021】縦糸の外径が横糸の外径以上であることが好ましい。これにより、外周部流路材の厚さを抑えつつ縦糸間に凝縮水の流路となる溝部を形成することができる。

【0022】横糸の外径が縦糸の外径の2分の1以下であることが好ましい。それにより、外周部流路材の厚さを厚くすることなく縦糸間に十分な深さの溝部を形成することができる。したがって、凝縮水の十分な流路を確保しつつ外周部流路材の厚さが厚くなることによるコストの上昇および容器の外径が不必要に大きくなることによるコストの上昇を防止することができる。

【0023】縦糸の外径が $100\mu\text{m}$ よりも小さいと、溝部の深さが浅くなり、気体および凝縮水の流動抵抗が増加する。それにより、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を外部に円滑に排出することができない。一方、縦糸の外径が $500\mu\text{m}$ よりも大きいと、外周部流路材を含めたスパイラル型気液接触膜エレメントの外径が大きくなり、容器の外径も大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースが増大し、不経済となる。

【0024】また、横糸の外径が $50\mu\text{m}$ よりも小さいと、外周部流路材の強度を確保することが困難となる。一方、横糸の外径が $250\mu\text{m}$ よりも大きいと、外周部流路材の厚さが大きくなり、外周部流路材を含めたスパイラル型気液接触膜エレメントの外径が大きくなるとともに、容器の外径が大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースも増大し、不経済となる。

【0025】さらに、溝部の幅が $200\mu\text{m}$ よりも小さいと、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を速やかに外部に排出することが困難になる。一方、溝部の幅が $1000\mu\text{m}$ よりも大きいと、外周部流路材同士が重なり合う場合に、一方の外周部流路材の部分が他方の外周部流路材の溝部に陥没し、凝縮水の流路が狭くなる。

【0026】したがって、縦糸の外径が $100\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であり、横糸の外径が $50\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下であり、溝部の幅が $200\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0027】溝部が外周部流路材の両面に設けられることが好ましい。それにより、凝縮水の流路を十分に確保することができる。溝部が外周部流路材の片面に設けられてもよい。この場合、外周部流路材の厚さを小さくすることができる。

【0028】溝部は外周部流路材の表側の面に設けられてもよく、裏側の面に設けられてもよい。

【0029】透過性膜および外周部流路材がフッ素樹脂

からなることが好ましい。フッ素樹脂は種々の気体および液体に対して耐久性があるため広い分野への適用が可能となる。特に、オゾンおよびオゾン水に対する耐久性があるため、オゾン水の製造に好適に使用できる。

【0030】透過性膜が連続または独立した一または複数対の多孔質膜からなり、多孔質膜が内側に液体側流路材を挟んでかつ外側に気体側流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回され、多孔質膜間で液体側流路材により形成される液体側流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、多孔質膜間で気体側流路材により形成される気体側流路の両端部が封止されることが好ましい。

【0031】この場合、気体は、有孔中空管内を通り、スパイラル状の気体側流路内を流れ、液体は、有孔中空管にほぼ平行にスパイラル型気液接触膜エレメントの一方の端部から他方の端部へ液体側流路内を流れる。この過程で、気体と液体とは多孔質膜を介して接触し、目的成分の透過作用が行われる。

【0032】このとき、気体側流路に発生した凝縮水が気体とともに外周部流路材に沿って速やかに流動し、容器の気体出口から外部に円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接触面積の減少が防止されるので、気体溶解液の濃度が一定に保たれる。

【0033】第2の発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールは、連続または独立した一または複数対の多孔質膜を、内側に第1の流路材を挟んでかつ外側に第2の流路材を重ねて有孔中空管の外周面にスパイラル状に巻回することによりスパイラル型気液接触膜エレメントが形成され、多孔質膜間で第1の流路材により形成される第1の流路の内周側の側部および外周側の側部が封止されるとともに、多孔質膜間で第2の流路材により形成される第2の流路の両端部が封止され、スパイラル型気液接触膜エレメントは筒形容器内に収容され、筒形容器は、両端部にそれぞれ第1の流体口を有しかつ少なくとも一端部および外周部にそれぞれ第2の流体口を有し、筒形容器内で前記スパイラル型気液接触膜エレメントの両端部側にそれぞれ形成される第1の空間とスパイラル型気液接触膜エレメントの外周側に形成される第2の空間とが分離され、第1の空間が第1の流体口に連通し、第2の空間が筒形容器の外周部の第2の流体口に連通しかつ有孔中空管の内部が前記筒形容器の少なくとも一端部の第2の流体口に連通し、スパイラル型気液接触膜エレメントの外周部に外周部流路材が設けられたものである。

【0034】本発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールにおいて、液体は、筒形容器の一端部の第1の流体口から一方の第1の空間内に供給され、スパイラル型気液接触膜エレメントの多孔質膜間に形成された第1の流路を通り他方の第1の空間に流動し、筒形容器の他端部の第1の流体口から外部に排出される。また、気体

10

20

30

40

50

は、筒形容器の少なくとも一端部の第2の流体口から有孔中空管の内部に供給され、スパイラル型気液接触膜エレメントの多孔質膜間に形成された第2の流路を通り筒形容器内の第2の空間に流動し、筒形容器の外周部に形成された第2の流体口から外部に排出される。

【0035】筒形容器の内部において、液体は有孔中空管にほぼ平行に流動し、気体は多孔質膜を介して液体とほぼ直交する方向にスパイラル状に流動する。液体と気体とは多孔質膜を介して接触し、目的成分の透過作用が行われる。

【0036】第2の流路に発生した凝縮水は、外周部流路材に沿ってスパイラル型気液接触膜エレメントの外周部を速やかに流れ、第2の流体口から外部へ円滑に排出される。したがって、凝縮水の滞留による気液接触面積の減少が防止されるので、気体溶解度の濃度が一定に保たれる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るスパイラル型気液接触膜モジュールの一実施の形態について説明する。以下の説明では、オゾンガスおよび純水を用いてオ

【0038】図1は本発明による一実施の形態のスパイラル型気液接触膜モジュールを示す軸方向の断面図、図2は図1のスパイラル型気液接触膜モジュールにおけるスパイラル型気液接触膜エレメントの一部切欠き斜視図、図3は図1中のA-A線断面図、図4は図1のスパイラル型気液接触膜エレメントの封止部の拡大断面図である。

【0039】図1に示すスパイラル型気液接触膜モジュール1は、圧力容器であるハウジング2およびハウジ

【0040】有孔中空管からなる気体供給管11の一方端はハウジング2の一方端部3を貫通して気体入口11aを構成し、他方端は樹脂剤16により密封されている。気体供給管11の管壁には、供給流体流量に対して圧力損失を低く抑えることができるように複数の供給孔11bが形成されている。

【0041】また、後述するように、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周部には溝構造スペーサ50が巻き付けられている。

【0042】図2において、スパイラル型気液接触膜エレメント10は、液体側流路材13の両面に疎水性多孔質膜14を重ね合わせ、さらに疎水性多孔質膜14の他方の面に2枚の気体側流路材15を重ね合わせ、それらを気体供給管11の周りに巻回することにより構成され

ている。

【0043】オゾンガスあるいはオゾン水に接する部材の材質としては、オゾンに対する耐久性を有することはもちろんのこと、部材の成分の溶出がないものを選定する必要がある。一般的にフッ素樹脂が用いられているが、中でも四フッ化エチレン樹脂(PTFE)、パーフルオロアルコキシ樹脂(PFA)またはNewPFAが好適に用いられる。ここで、NewPFAとは、PFAの両末端基が不安定基であったものをCF₃基に変えることにより化学的に一番安定な構造を持ち、よりピュなフッ素樹脂である。また、用途および使用条件によって、ビニリデンフルオリド樹脂(PVDF)、パーフルオロエチレンプロピレン樹脂(FEP)を用いることもできる。

【0044】本実施の形態では、疎水性多孔質膜14として、平均孔径が0.01~1μmのPTFEからなる平膜を用いる。また、液体側流路材13としては、PFAからなる線材を平織して形成されたネットを用いる。また、気体側流路材15はPFAにより形成される。さらに、溝構造スペーサ50はNewPFAにより形成される。

【0045】図3に示すように、液体側流路材13を挟んだ疎水性多孔質膜14間のスパイラル状の空間が液体側流路19を構成する。スパイラル状の液体側流路19の内周側の側部(気体供給管11に平行な辺)および外周側の側部が、液体側流路材13を挟む疎水性多孔質膜14同士を融接することにより封止されている。これにより、液体側流路19の内周側の側部および外周側の側部にそれぞれ内周側封止部21aおよび外周側封止部21bが形成される。したがって、液体側流路19は、純水およびオゾン水がスパイラル型気液接触膜エレメント10の軸方向に流動可能な空間になる。また、液体側流路19の軸方向の両端部は開放されており、純水の流入およびオゾン水の流出が可能である。

【0046】なお、本実施の形態では、2枚の疎水性多孔質膜14の間に液体側流路材13を挟んで両方の側部を融接しているが、1枚の疎水性多孔質膜14を折り畳んでその間に液体側流路材13を挿入し、一方の側部を融接してもよい。

【0047】2枚の気体側流路材15を挟んだ疎水性多孔質膜14間のスパイラル状の空間が気体側流路18を構成する。そして、図4に示すように、スパイラル状の気体側流路18の軸方向の両端部は、樹脂材17により封止される。また、スパイラル型気液接触膜エレメント10の外周面の両端部とハウジング2の胴部の内周面との間も樹脂材17により封止され、円筒形空間18aを形成する。これにより、気体側流路18の両端部に封止部10b、10cが形成される。したがって、気体側流路18は、オゾンガス25がスパイラル型気液接触膜エレメント10のスパイラル方向に流動可能な空間とな

り、オゾンガス 25 が円筒形空間 18a から気体出口 7 を通ってモジュール外へ流動可能となる。

【0048】このように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の両端部の封止部 10b, 10c を除く気液接触部 10a における気体側流路 18 と液体側流路 19 とは、疎水性多孔質膜 14、内周側封止部 21a、外周側封止部 21b および封止部 10b, 10c によって、分離された構成となる。

【0049】図 5 は図 2 のスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部への溝構造スペーサ 50 の巻き付けを示す斜視図である。図 6 は溝構造スペーサ 50 が巻き付けられたスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の軸方向の断面図である。図 7 は溝構造スペーサ 50 の一例を示す平面図、図 8 は溝構造スペーサ 50 の断面図である。

【0050】図 5 および図 6 に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に溝構造スペーサ 50 が巻き付けられる。この溝構造スペーサ 50 は、1 重に巻き付けてもよく、あるいは多重に巻き付けてもよい。

【0051】図 7 および図 8 に示すように、溝構造スペーサ 50 は、平行に配列された複数の縦系 51 と、縦系 51 に直交するように配列された複数の横系 52 とにより構成される。本実施の形態では、縦系 51 を 2 本ずつ束ねて凸部 54 を形成し、凸部 54 間に溝部 53 を形成している。横系 52 は、縦系 51 を一定間隔で固定するために用いている。

【0052】図 5 に示すように、溝構造スペーサ 50 は、矢印 R で示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の軸方向に対して垂直方向に溝部 53 が延びるようにスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に巻き付けられる。本実施の形態では、溝構造スペーサ 50 を 4 重に巻き付けている。

【0053】図 5 および図 6 の溝構造スペーサ 50 において、縦系の外径 D が $100\mu\text{m}$ よりも小さいと、溝部 53 の深さが浅くなり、気体および凝縮水の流動抵抗が増加する。それにより、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を外部に円滑に排出することができない。一方、縦系 51 の外径 D が $500\mu\text{m}$ よりも大きいと、溝構造スペーサ 50 を含めたスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外径が大きくなり、ハウジング 2 の外径も大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースが増大し、不経済となる。したがって、縦系 51 の外径 D は $100\sim 500\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0054】また、横系 52 の外径 d が $50\mu\text{m}$ よりも小さいと、溝構造スペーサ 50 の強度を確保することが困難となる。一方、横系 52 の外径 d が $250\mu\text{m}$ よりも大きいと、溝構造スペーサ 50 の厚さが大きくなり、溝構造スペーサ 50 を含めたスパイラル型気液接触膜エ

レメント 10 の外径が大きくなるとともに、ハウジング 2 の外径が大きくなる。それにより、材料費が高くなるとともに、設置スペースも増大し、不経済となる。したがって、横系 52 の外径 d は $50\sim 250\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0055】さらに、溝部 53 の幅 W が $200\mu\text{m}$ よりも小さいと、気体および凝縮水が十分に流れず、凝縮水を速やかに外部に排出することが困難になる。一方、溝部 53 の幅 W が $1000\mu\text{m}$ よりも大きいと、溝構造スペーサ 50 同士が重なりあう場合、一方の溝構造スペーサ 50 の部分が他方の溝構造スペーサ 50 の溝部 53 内に陥没し、凝縮水の流路が狭くなる。したがって、溝部 53 の幅 W は $200\sim 1000\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0056】さらに、溝部 53 間の凸部 54 の幅が $200\mu\text{m}$ よりも小さいと、溝構造スペーサ 50 の強度が低下し、凸部 54 が潰れてしまう可能性がある。一方、凸部 54 の幅が $1000\mu\text{m}$ よりも大きいと、流路が狭くなり、凝縮水を十分に排出することが困難になる。したがって、凸部 54 の幅は $200\sim 1000\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0057】本実施の形態では、縦系 51 の外径 D を $250\mu\text{m}$ とし、横系 52 の外径 d を $80\mu\text{m}$ とし、溝部 53 の幅 W を $450\mu\text{m}$ とする。

【0058】図 1 のスパイラル型気液接触膜モジュール 1 の運転時には、純水 30 は液体入口 4 を通り、ハウジング 2 の一方端部 3 とスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の端面とで構成された入口空間 3a に流入する。そして、液体側流路 19 内を図 2 に示すように、液体側流路材 13 に沿って軸方向に流れる。

【0059】一方、オゾンガス 25 は、図 1 に示すように、気体入口 11a から気体供給管 11 の内部に供給される。そして、図 3 に示すように、気体供給管 11 の側面の供給孔 11b から気体側流路 18 内に入り、気体側流路材に沿って気体供給管 11 に直交する方向にスパイラル状に流動し、ハウジング 2 の内側の円筒形空間 18a を通って気体出口 7 から外部へ排出される。なお、気体出口 7 を複数設けることによって気体側流路 18 におけるオゾンガス 25 の流れを均一にすることができる。

【0060】図 2 に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の気液接触部 10a では、気体供給管 11 にほぼ直交する方向にスパイラル状に流動するオゾンガス 25 と気体供給管 11 に平行に流動する純水 30 とが疎水性多孔質膜 14 を介して接触する。これにより、オゾンガス 25 が疎水性多孔質膜 14 を透過して純水 30 中に溶解し、オゾン水 31 が生成される。

【0061】スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の端面から流出したオゾン水 31 は、図 1 に示すように、ハウジング 2 の他方端部 5 とスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の端面とで構成された出口空間 5a を通

り、気体溶解液出口 6 から外部へ排出される。

【0062】また、図 2 に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の液体側流路 19 (図 3 参照) で発生した水蒸気 9 は、疎水性多孔質膜 14 を透過し、気体側流路 18 (図 3 参照) で凝縮する。このようにして発生した凝縮水 8 は、気体供給管 11 にほぼ直交する方向に延びる気体側流路材 15 に沿ってオゾンガス 25 とともにスパイラル状に流動し、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に排出される。そして、凝縮水 8 は、気体供給管 11 にほぼ直交する方向に延びる溝構造スペーサ 50 の溝部 53 に沿ってオゾンガス 25 とともに円周方向に流動し、気体出口 7 から排出される。この場合、溝構造スペーサ 50 の溝部 53 は直線的かつ連続的にスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部の円周方向に延びているため、凝縮水 8 は気体出口 7 まで円滑に流動できる。

【0063】その結果、凝縮水 8 が気体側流路 18 内に滞留しないため、オゾンガス 25 および純水 30 による気液接触操作に寄与する疎水性多孔質膜 14 の有効膜面積が減少しない。このため、オゾン水濃度が一定に保たれる。また、凝縮水 8 による気体側流路 18 の圧力損失の増加が防止されるので、気体側流路 18 の圧力が液体側流路 19 の圧力より高くなり、液体側流路 19 内に気泡が発生する問題が発生しない。

【0064】図 9 は溝構造スペーサ 50 の他の例を示す断面図である。図 9 に示す溝構造スペーサ 50 においては、複数の横糸 52 の両側に複数の縦糸 51 からなる凸部 54 が配置され、凸部間に溝部 53 が形成されている。それにより、図 9 の溝構造スペーサ 50 は、両面に複数の溝部 53 を有する。

【0065】図 9 の溝構造スペーサ 50 をスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に巻き付けた場合にも、気体側流路に発生した凝縮水を気体出口 7 から円滑に排出することができる。

【0066】

【実施例】ここで、以下に示す実施例、比較例 1 および比較例 2 のスパイラル型気液接触膜モジュールを作製し、凝縮水が滞留することにより上昇する気体側の圧力損失を測定した。

【0067】実施例では、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に図 7 および図 8 に示した溝構造スペーサ 50 を巻き付け、図 1 に示す構造を有するスパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0068】比較例 1 では、図 2 のスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に平織りネットを巻き付け、スパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0069】比較例 2 では、図 2 のスパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に何も巻き付けずに、スパイラル型気液接触膜モジュールを作製した。

【0070】なお、実施例、比較例 1 および比較例 2 に

において、疎水性多孔質膜として PTFE 疎水性多孔質膜 NTF1121 を用いた。また、膜モジュールのサイズはドームの直径が 84 mm、長さが 310 mm であり、有効膜面積は約 0.5 m^2 である。

【0071】気体入口 11a から 10 体積%のオゾンガスを流量を変化させて供給し、液体入口 4 から温度 25℃の純水を圧力 2 kgf/cm^2 および流量 5 L/min で供給し、気体側流路の気体流量と気体側流路における圧力損失 (凝縮時の圧力損失) との関係性を測定した。

【0072】図 10 に実施例、比較例 1 および比較例 2 の気体流量と気体側流路の圧力損失との関係性の測定結果を示す。

【0073】図 10 に示すように、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に何も巻き付けていない比較例 2 のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、凝縮水を膜モジュール外に排出させることができず、流量の増加に伴って気体側流路における圧力損失が増加した。

【0074】また、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に平織りネットを巻き付けた比較例 1 のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、気体側流路における圧力損失の増加が比較例 2 に比べて小さくなった。

【0075】これに対し、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に溝構造スペーサ 50 を巻き付けた実施例のスパイラル型気液接触膜モジュールでは、凝縮水を常時膜モジュール外へ排出できるため、流量の増加に伴う気体側流路における圧力損失の増加が最も低く抑えられた。

【0076】これらの結果から、スパイラル型気液接触膜エレメント 10 の外周部に溝構造スペーサ 50 を巻き付けることにより、凝縮水をモジュール外へ円滑に排出することができることがわかる。

【0077】以上のように、本発明のスパイラル型気液接触膜モジュールによると、凝縮水が発生しても、溝構造スペーサ 50 の溝部 53 を通って外部に円滑に排出されるので、一定濃度の気体溶解液を供給することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による一実施の形態のスパイラル型気液接触膜モジュールを示す軸方向の断面図である。

【図 2】図 1 のスパイラル型気液接触膜モジュールにおけるスパイラル型気液接触膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図 3】図 1 中の A-A 線断面図である。

【図 4】図 1 のスパイラル型気液接触膜エレメントの封止部の拡大断面図である。

【図 5】スパイラル型気液接触膜エレメントへの溝構造スペーサの巻き付けを示す斜視図である。

【図 6】溝構造スペーサが巻き付けられたスパイラル型気液接触膜エレメントの断面図である。

【図 7】溝構造スペーサの一例を示す平面図である。

10

20

30

40

50

【図8】溝構造スパーサの一例を示す断面図である。

【図9】溝構造スパーサの他の例を示す断面図である。

【図10】実施例、比較例1および比較例2のスパイラル型気液接触膜モジュールにおける気体側流路の気体流量と気体流路側圧力損失との関係の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

1 スパイラル型気液接触膜モジュール

2ハウジング

3a 入口空間

4 液体入口

5a 出口空間

6 気体溶解液出口

7 気体出口

10 スパイラル型気液接触膜エレメント

10b, 10c 封止部

* 11 気体供給管

11a 気体入口

13 液体側流路材

14 疎水性多孔質膜

15 気体側流路材

18 気体側流路

18a 円筒形空間

19 液体側流路

21a 内周側封止部

10 21b 外周側封止部

50 溝構造スパーサ

51 縦糸

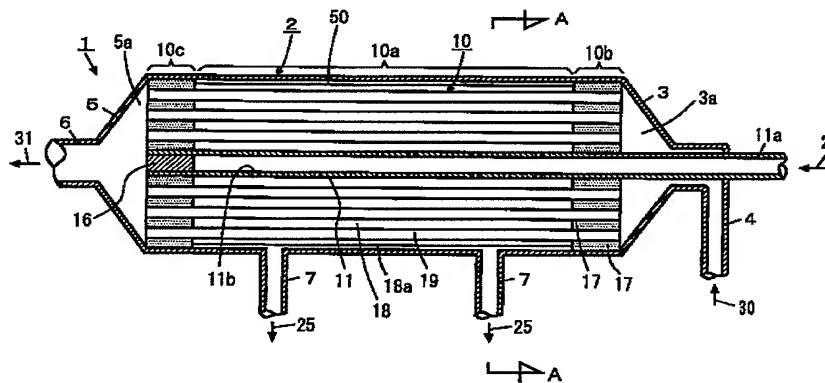
52 横糸

53 溝部

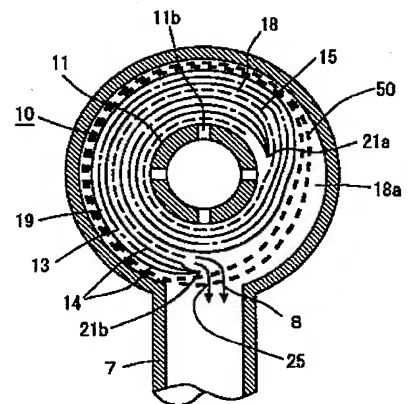
54 凸部

*

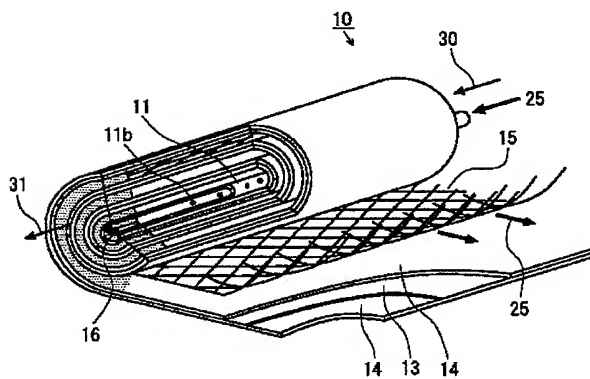
【図1】



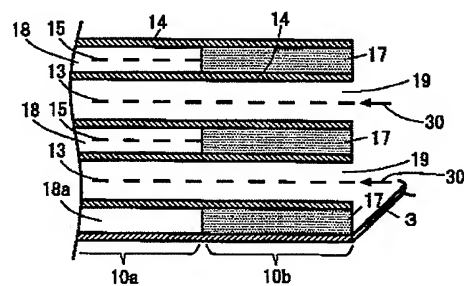
【図3】



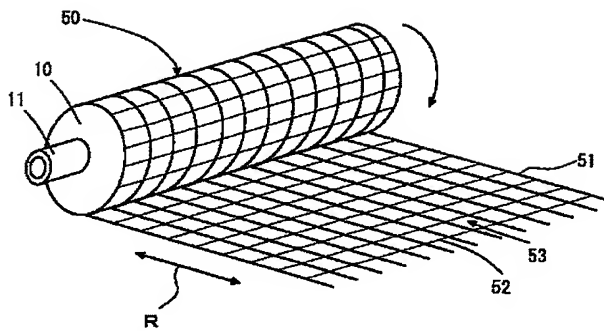
【図2】



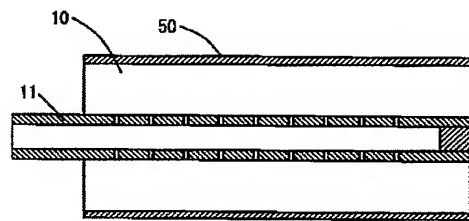
【図4】



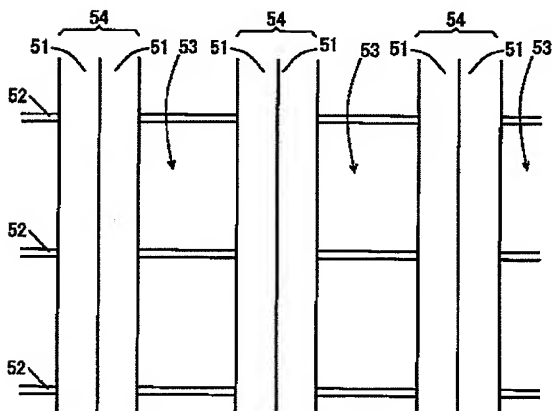
【図5】



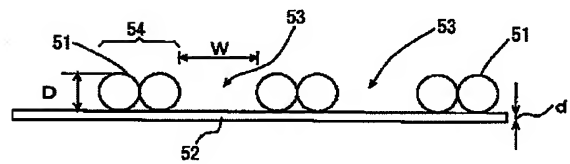
【図6】



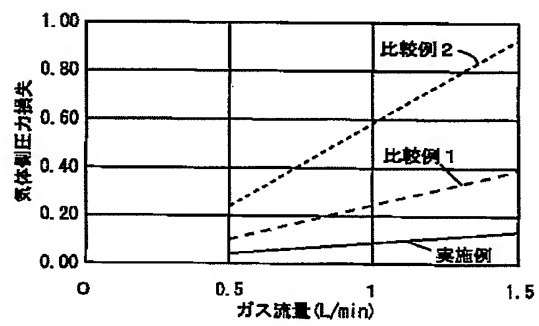
【図7】



【図8】



【図10】



【図9】

